

BAB I

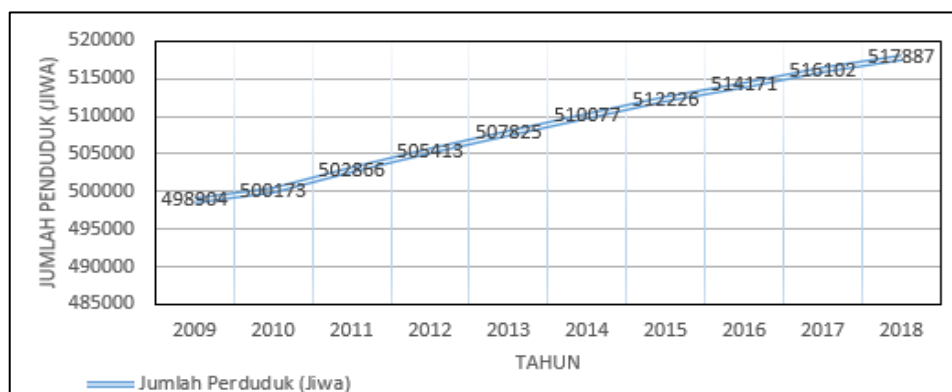
PENDAHULUAN

Pendahuluan merupakan bagian awal dalam sebuah penelitian. Dalam bab ini menjelaskan mengenai latar belakang penelitian, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, telaah pustaka, kerangka penelitian dan batasan operasional.

1.1 Latar Belakang

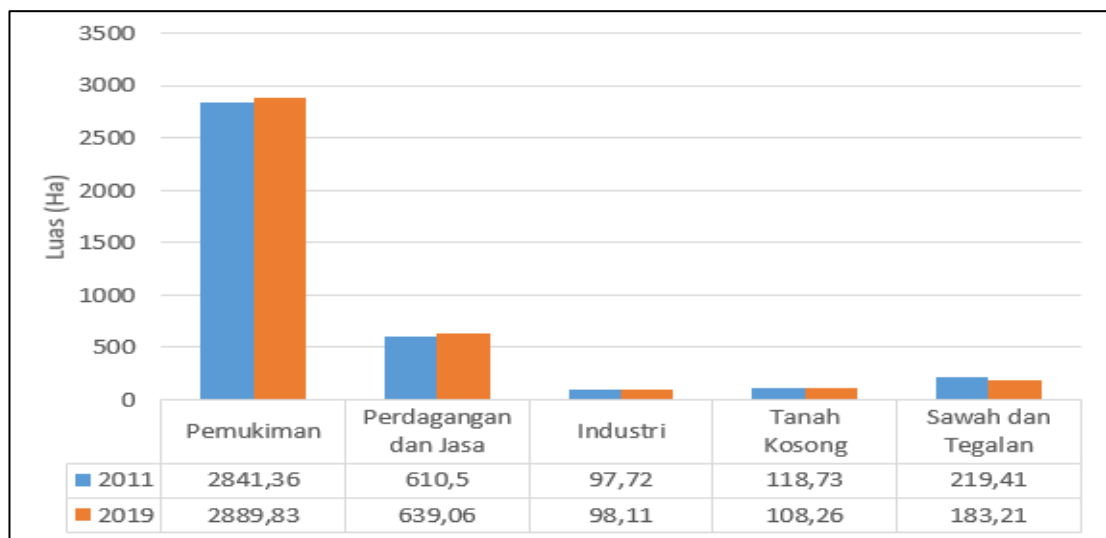
Kota merupakan suatu pemusatan pendudukan yang berada di suatu daerah dengan gaya hidup dan pola tenaga kerja yang bervariasi. Karakteristik kota meliputi wilayah yang luas, kepadatan penduduk tinggi dengan kehidupan penduduk yang heterogen. Egger (2006) bahwa kota merupakan suatu sistem yang mengakomodir kebutuhan masyarakat, baik kebutuhan fisik maupun non fisik, seperti kebutuhan akan pengelolaan atau pemberdayaan masyarakat, pemerintahan, sosial, budaya, pendidikan bagi eksistensi dan interaksi manusia. Berdasarkan Peraturan Menteri Dalam Negeri Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 1987 tentang Penyusunan Rencana Kota menjelaskan bahwa kota merupakan pusat pemukiman dan kegiatan penduduk yang mempunyai batasan wilayah administrasi yang diatur dalam peraturan perundang-undangan serta pemukiman yang telah memperlihatkan watak dan ciri kehidupan perkotaan.

Berdasarkan beberapa pengertian tokoh ahli di atas, maka dapat disimpulkan bahwa kota merupakan suatu wilayah dipermukaan bumi yang menjadi pusat keramaian dalam berbagai macam aktivitas, khususnya aktivitas ekonomi yang dimana memiliki ciri-ciri; memiliki batas administrasi yang jelas dan di atur berdasarkan undang-undang, masyarakat heterogen dan bersifat materialistik, kepadatan penduduk tinggi, jalur transportasi kompleks, dan daerah non agraris.



Gambar 1. 1 Jumlah Penduduk Kota Surakarta Tahun 2009 – 2018 (Penulis, 2020)

Kota Surakarta merupakan salah satu kota yang berkembang pesat di Provinsi Jawa Tengah. Pembangunan Kota Surakarta berkembang dalam sektor ekonomi, industri, pendidikan dan juga pariwisata. Adanya perkembangan kota tersebut akan memacu arus pertumbuhan ekonomi. Hal tersebut menjadikan kota sebagai magnet yang menarik masyarakat agar berdatangan untuk mencari pekerjaan dan tempat tinggal. Hal tersebut disebut dengan istilah urbanisasi. Adanya arus urbanisasi menyebabkan terjadinya peningkatan jumlah penduduk, hal tersebut menyebabkan semakin bertambahnya kebutuhan akan lahan sebagai tempat tinggal bagi penduduk. Gambar 1.1 merupakan grafik jumlah penduduk Kota Surakarta tahun 2009 – 2018 yang diperoleh melalui Data Statistik Kependudukan melalui Dinas Badan Pusat Statistik Kota Surakarta. Grafik tersebut menunjukkan adanya penambahan jumlah penduduk dari tahun ke tahun. Adanya fenomena peningkatan jumlah penduduk tersebut menyebabkan perubahan fungsi lahan, seperti lahan hijau menjadi lahan pemukiman dan industri.



Gambar 1. 2 Perubahan Penggunaan Lahan Kota Surakarta Tahun 2011 dan 2019 (Penulis, 2020)

Gambar 1.2 merupakan grafik yang menjelaskan mengenai perubahan penggunaan lahan yang terjadi di Kota Surakarta pada Tahun 2011 dan 2019. Melalui gambar tersebut diketahui adanya peningkatan wilayah Pemukiman seluas 2841,36 Ha menjadi 2889,83 Ha, Perdagangan dan Jasa seluas 610,5 Ha menjadi 639,06 Ha, Industri seluas 97,72 Ha menjadi 98,11 Ha, dan terjadi penurunan wilayah Tanah Kosong seluas 119,73 Ha menjadi 108,26 Ha serta Sawah dan Tegalan seluas 219,41 Ha menjadi 183,21 Ha

Berkurangnya lahan hijau menyebabkan peningkatan suhu kawasan perkotaan. Material bangunan seperti semen, aspal dan beton merupakan penyerap dan menyimpan panas surya. Tursilowati (2006) dalam penelitiannya juga menjelaskan bahwa penggunaan alat pemanas, pendingin udara dan pembangkit listrik yang menghasilkan buangan panas, kegiatan industri, transportasi dan aktivitas rumah tangga yang menggunakan bahan bakar berupa fosil juga berkontribusi terhadap adanya peningkatan suhu perkotaan.

Suhu pada wilayah perkantoran, industri dan jalan aspal mengalami perubahan suhu permukaan yang cukup tinggi. Berbeda dengan kawasan hijau di daerah urban yang memiliki suhu permukaan rendah. Hal tersebut menimbulkan perubahan unsur iklim, terutama sering terjadi di pusat kota dan kawasan industri. Unsur-unsur iklim tersebut meliputi kecepatan angin, awan, suhu dan radiasi. Suhu merupakan unsur yang dapat secara langsung dirasakan dampaknya oleh masyarakat. Waluyo (2009) berpendapat adanya distribusi suhu kota yang berbeda tersebut dinamakan dengan istilah urban heat island. Urban Heat Island merupakan suatu fenomena alam dimana suhu di daerah yang padat bangunan lebih tinggi daripada suhu di daerah terbuka disekitarnya.

Pembangunan wilayah seharusnya tidak hanya memperhatikan aspek ekonomi dan infrastruktur, tetapi juga aspek lingkungan. Oleh karena itu, penting untuk memperhatikan aspek lingkungan Kota Surakarta demi tercapainya pembangunan berkelanjutan. Jika hal tersebut tidak diperhatikan secara serius, maka akan menimbulkan efek jangka panjang, salah satunya kekritisian lingkungan. Kekritisian lingkungan merupakan kondisi terjadinya penurunan kawasan hijau dan peningkatan suhu perkotaan yang terjadi secara terus menerus, akibat pembangunan lahan terbangun yang tidak terkontrol. Proses analisis kekritisian lingkungan di Kota Surakarta dapat dilakukan secara spasial dengan menggunakan data penginderaan jauh. Hal tersebut akan semakin memudahkan dalam memahami sebaran dan nilai besaran kekritisian lingkungan di Kota Surakarta dan sekitarnya.

1.2 Perumusan Masalah

Perumusan masalah pada penelitian ini antara lain :

1. Bagaimana perubahan distribusi spasial LST dan NDVI Kota Surakarta dan sekitarnya tahun 2013 dan 2019?

2. Bagaimana perbandingan tingkat ECI Kota Surakarta dan sekitarnya tahun 2013 dan 2019 dan kaitannya terhadap fenomena *UHI*?
3. Bagaimana hubungan antara LST dan NDVI terhadap ECI?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini meliputi :

1. Menganalisis perubahan distribusi spasial LST dan NDVI Kota Surakarta dan sekitarnya tahun 2013 dan 2019.
2. Menganalisis tingkat ECI Kota Surakarta dan sekitarnya tahun 2013 dan 2019 dan kaitannya terhadap fenomena UHI.
3. Menganalisis hubungan antara LST dan NDVI terhadap ECI.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat Penelitian ini meliputi:

a. Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat dapat memberikan manfaat secara teoritis dalam keilmuan geografi terkait pemanfaatan penginderaan jauh.

b. Manfaat Praktis

1. Bagi Mahasiswa

Penelitian ini digunakan sebagai syarat untuk menyelesaikan jenjang pendidikan Sarjana Geografi di Universitas Muhammadiyah Surakarta.

2. Bagi Lembaga Pemerintah

Penelitian ini dapat dijadikan sebagai masukan khususnya Bidang Perencanaan dan Tata Ruang Kota dalam merencanakan pembangunan wilayah.

1.5 Telaah Pustaka dan Penelitian Sebelumnya

1.5.1 Kota dan Permasalahannya

Kota-kota yang berada di Indonesia mengalami perkembangan yang beraneka ragam berdasarkan pola pertumbuhannya, karena nilai strategis dan potensi yang dimilikinya. Ketika kondisi suatu kota mulai bertumbuh menjadi lebih baik, maka secara tidak langsung akan berdampak pada aktivitas ekonomi yang juga turut mengalami peningkatan, pengaruhnya dapat berupa adanya peningkatan jumlah penduduk dan diiringi dengan adanya penambahan aktivitas di dalam lingkungan kota tersebut, hal tersebut akan menimbulkan kebutuhan akan

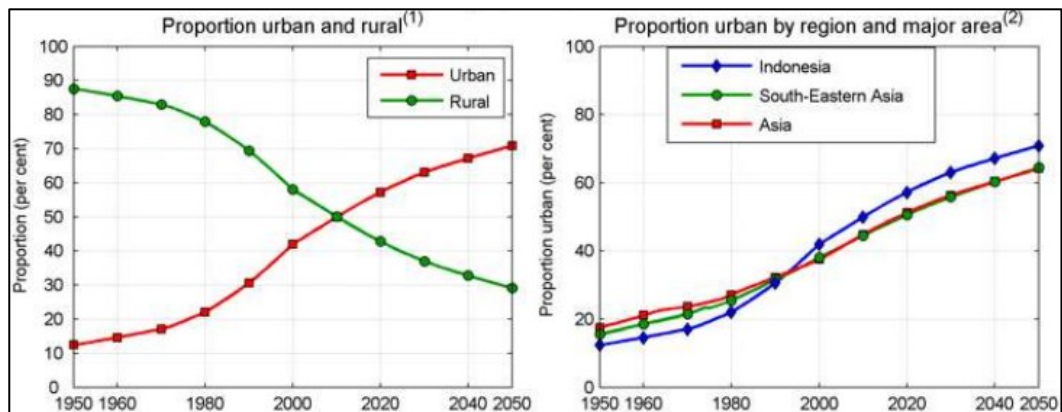
penambahan ruang aktivitas bagi masyarakat yang berada diperkotaan. Kota memiliki sifat perkembangan yang alamiah dengan pola pergerakan dinamis. Bagi kebanyakan orang, kota merupakan magnet yang menarik penduduk lain dari berbagai daerah karena menganggap kota memiliki kapasitas untuk menyediakan lapangan pekerjaan bagi penduduknya.

Perkembangan pembentukan kota di dunia ini sangat beragam. Beberapa sejarah pembentukan kota, antara lain kota yang berasal dari pusat perekonomian atau perdagangan (contohnya: Rotterdam, Hamburg dan Shanghai), kota yang berasal dari pusat pemerintahan (contoh: London, Tokyo, Jakarta dan Kyoto), dan kota yang berasal dari pusat budaya atau agama (contoh: Vatikan, Lordess dan Yerusalem). Di negara Indonesia sendiri, sejarah pembentukan kota berasal dari sumber mata percaharian. Kota yang terbentuk dari perkebunan seperti Bogor (teh), Deli Serdang (tembakau), dan Palembang (karet). Kota yang terbentuk dari kegiatan pertambangan, seperti Dumai, Tarakan, Ombilin, Sawah Lunto, Pangkal Pinang, Balikpapan, Martapura, Cepu, Tembaga Pura, Tanjung Enim dan Bontang. Kota yang terbentuk secara administrasi seperti Jakarta, Demak, Cirebon, Gowa, Makasar, Banjarmasin, Palangkaraya, dan Aceh. Selain itu, terdapat juga kota yang berasal dari kegiatan budaya yaitu Yogyakarta dan Surakarta.

Kota Surakarta sebagai salah satu kota yang awal mula berkembang melalui kegiatan budaya. Berdasarkan tulisan sejarah dijelaskan bahwa Kota Surakarta dianggap sebagai pusat kebudayaan Jawa yang berada di Provinsi Jawa Tengah. Kota Surakarta merupakan kota nomor dua di Provinsi Jawa Tengah setelah Kota Semarang sebagai ibukota provinsi, sehingga keberadaan Kota Surakarta juga merupakan salah satu pusat pembangunan Jawa Tengah Bagian Selatan. Keberadaan Kota Surakarta sebagai salah satu kota besar nomor dua di Provinsi Jawa Tengah menyebabkan Kota Surakarta memiliki peran yang besar dalam perkembangan wilayah tidak hanya dalam sektor budaya, tetapi juga merambah ke dalam sektor-sektor lain. Hal tersebut ditandai dengan adanya pembangunan dalam berbagai sektor, seperti sektor industri, sektor pendidikan dan sektor ekonomi yang dapat dijumpai hingga saat ini.

Berdasarkan data yang bersumber dari United Nations tahun 2014, saat ini terdapat sekitar 54% dari total keseluruhan jumlah penduduk yang bertempat

tinggal di daerah perkotaan dan akan terus mengalami peningkatan pada angka sekita 66% di tahun 2050.



Gambar 1. 3 Situasi Mengenai Populasi Perkotaan (PRUV EUROPE UNION, 2017)

Grafik proporsi urban dan rural pada Gambar 1.3 menunjukkan tren perkembangan penduduk hingga tahun 2050. Jumlah penduduk urban akan terus mengalami peningkatan, hal tersebut berbanding terbalik dengan kondisi rural yang akan terus mengalami penurunan. Kondisi tersebut disebabkan oleh minat masyarakat yang semakin tinggi akan urbanisasi. Grafik proporsi urban berdasarkan region menunjukkan negara-negara dikawasan Asia akan menjadi tempat bermukim bagi sekitar 53% populasi penduduk perkotaan yang ada di dunia. Terlepas pada fakta yang menyebutkan bahwa tingkat urbanisasi di Asia masih terhitung rendah dibandingkan dengan negara di belahan bumi lainnya, seperti Afrika namun akan lahir sejumlah kota di Asia yang akan muncul menjadi kota raksasa, seperti Tokyo, Shanghai, Mumbai dan New Delhi yang telah memiliki jumlah populasi lebih dari 10 juta jiwa. Kota lainnya yang akan menyusul seperti Manila dan Jakarta.

Pertambahan jumlah penduduk tersebut nantinya akan mengindikasikan tantangan yang akan dihadapi oleh kota dalam penyediaan kebutuhan penduduknya, seperti kebutuhan akan tempat tinggal, infrastruktur, energi, transportasi, pelayanan kesehatan, pelayanan pendidikan dan lapangan pekerjaan. Di berbagai negara maju, fakta akan adanya tantangan ini mendorong munculnya konsep pembangunan kota yang berfokus pada penekanan efisiensi penggunaan ruang dan energi di wilayah perkotaan.

Beberapa permasalahan perkotaan yang muncul seiring dengan perkembangan kota antara lain kemacetan, berkurangnya kenyamanan kawasan perkotaan, inefisiensi penggunaan energi, ketidakadilan akses perumahan.

a. Kemacetan

Penambahan jumlah penduduk akan meningkatkan kebutuhan akan sarana transportasi untuk melayani pergerakan barang dan jasa dari daerah pinggiran menuju pusat kota. Ketidakseimbangan antara ketersediaan fasilitas transportasi terhadap peningkatan jumlah penduduk akan menimbulkan kemacetan di jalanan.

b. Berkurangnya kenyamanan kawasan perkotaan

Bertambahnya jumlah penduduk akan diikuti dengan penambahan jumlah pengguna kendaraan, meningkatnya lahan permukiman baru, dan berkurangnya lahan terbuka hijau. Aspek tersebut akan berkontribusi terhadap penurunan kualitas hidup di perkotaan. Seperti munculnya kebisingan dan polusi, berkurangnya ruang publik dan marginalisasi pejalan kaki juga menjadi indikator menurunnya kualitas lingkungan perkotaan.

c. Inefisiensi penggunaan energi

Peningkatan penggunaan kendaraan transportasi untuk memfasilitasi pergerakan penduduk dari kawasan pinggiran ke pusat kota akan meningkatkan penggunaan bahan bakar. Zona kegiatan perkotaan yang terpisah akan turut menyebabkan pertambahan jarak tempuh untuk melakukan pergerakan dari satu zona ke zona yang lain. Berkurangnya lahan hijau juga akan berakibat pada peningkatan suhu udara di kawasan perkotaan yang dimana akan memicu peningkatan penggunaan alat pendingin.

d. Ketidakadilan akses perumahan

Tidak terkendalinya pasar tanah di perkotaan menyebabkan ketidakadilan penduduk untuk mengakses perumahan. Penduduk pendatang mempersepsikan rendahnya kemampuan mereka untuk mengakses sumberdaya perumahan.

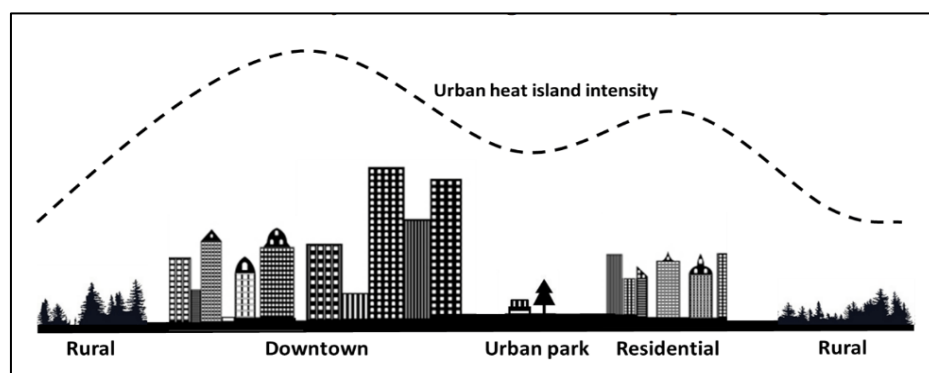
e. Memicu bencana alam

Penduduk pendatang (urban) yang tidak memiliki kemampuan untuk memiliki hunian layak biasanya memilih bertempat tinggal di Daerah Aliran Sungai (DAS). Hal tersebut akan menimbulkan masalah lingkungan, yang dimana seharusnya dimanfaatkan sebagai daerah resapan air hujan namun beralih fungsi menjadi lahan pemukiman, akibatnya akan memicu bencana banjir akibat ketidakmampuan sungai untuk menampung air hujan.

1.5.2 Fenomena *Urban Heat Island*

Urban Heat Island (UHI) merupakan satu dari beberapa fenomena perubahan iklim yang akhir-akhir ini telah banyak terjadi dan menjadi perhatian oleh para peneliti di bidang iklim seluruh dunia, termasuk Indonesia. Fenomena UHI mencakup wilayah yang sempit sehingga dikategorikan ke dalam fenomena perubahan iklim skala mikro, khususnya wilayah perkotaan (Rosmini Maru, 2017).

UHI juga dikenal dengan nama pulau panas perkotaan. Karakteristik mendasar UHI antara lain: adanya peningkatan suhu di wilayah pusat kota, sehingga terjadi perbedaan suhu antara wilayah pusat, wilayah pinggir dan luar kota. Panas yang diterima oleh kota pada siang hari akan mengakibatkan panas pada malam hari. Efendi (2007) juga menerangkan, apabila digambarkan akan berbentuk seperti pulau dengan bagian pusat atau tengah kota memiliki suhu tertinggi. Jika fenomena tersebut terjadi dalam jangka waktu yang panjang maka akan menjadi sumber terbesar adanya peningkatan suhu permukaan.



Gambar 1. 4 Fenomena UHI di Perkotaan (Data-Driven EnviroLab (Data-Driven Lab) NUS, 2016)

1.5.3 Kekritisian Lingkungan

Kekritisian lingkungan merupakan kondisi terjadinya degradasi lingkungan akibat perubahan alam. Penilaian kekritisian lingkungan tersebut dapat diamati menggunakan parameter kondisi vegetasi dan suhu lingkungan. Menurut Sasmito

dan Andri (2017), tutupan vegetasi yang semakin berkurang akan menimbulkan suhu permukaan yang semakin tinggi pula. Hal tersebut menyebabkan kualitas lingkungan menjadi semakin rendah.

a) Kerapatan Vegetasi

Pada awalnya, informasi mengenai kondisi vegetasi menjadi penting sejak adanya kelaparan yang terjadi di Ethiopia pada tahun 1984 – 1985. Namun ternyata aplikasi dari informasi kerapatan vegetasi ini semakin meluas dan dapat dimanfaatkan ke dalam hal lain, seperti untuk monitoring kondisi hutan. Dahulu perhitungan kerapatan vegetasi dilakukan secara manual melalui survey terestrial. Namun karena prosesnya yang lama dan membutuhkan biaya yang mahal menjadi menyulitkan untuk menjangkau daerah yang sulit. Kemudian muncul alternatif baru yang memudahkan dalam ekstraksi informasi kerapatan vegetasi yang dikenal sebagai penginderaan jauh.

Penginderaan jauh merupakan teknik pengumpulan data secara digital, sehingga kita tidak perlu melakukan pengukuran dilapangan. Analisis ini menggunakan teknik pemrosesan citra digital dengan tujuan untuk memperoleh nilai spektral melalui pembacaan piksel yang tertangkap melalui perekaman citra satelit yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi informasi mengenai suatu hal yang menggambarkan kenampakan bumi seperti kerapatan vegetasi. Terdapat berbagai macam transformasi indeks vegetasi yang dapat digunakan, diantaranya NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), TVI (Transformed Vegetation Index), RVI (Ratio Vegetation Index), dan PVI (Perpendicular Vegetation Index) dan lain sebagainya.

b) Suhu Permukaan

Suhu merupakan besaran bahang yang tersimpan dalam suatu objek yang disebabkan oleh radiasi, seperti suhu udara/atmosfer. Selain radiasi, suhu udara juga dipengaruhi oleh suhu permukaan yaitu suhu yang terletak pada permukaan suatu objek tertentu.

Suhu permukaan merupakan suhu terluar dari suatu objek, sedangkan untuk vegetasi dapat digambarkan sebagai suatu suhu permukaan kanopi tumbuhan dan pada tubuh air digambarkan sebagai suhu permukaan air. Desi (2011) menjelaskan

bahwa suhu permukaan adalah unsur utama yang dapat dilakukan identifikasi dari penginderaan jauh menggunakan band thermal.

Lessard R. (1994) menjelaskan bahwa pada saat suhu permukaan menyerap energi radiasi, suhu permukaannya belum tentu sama, hal tersebut disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain: emisivitas, kapasitas panas jenis dan konduktivitas thermal. Suatu permukaan objek yang memiliki emisivitas dan kapasitas panas dengan jenis rendah juga konduktivitas thermal yang tinggi akan menyebabkan suhu permukaan objek tersebut menjadi tinggi. Begitu pula sebaliknya, pada suatu permukaan objek dengan emisivitas dan kapasitas panas jenis yang tinggi, serta konduktivitas thermal yang rendah akan menyebabkan suhu permukaan objek tersebut menjadi rendah.

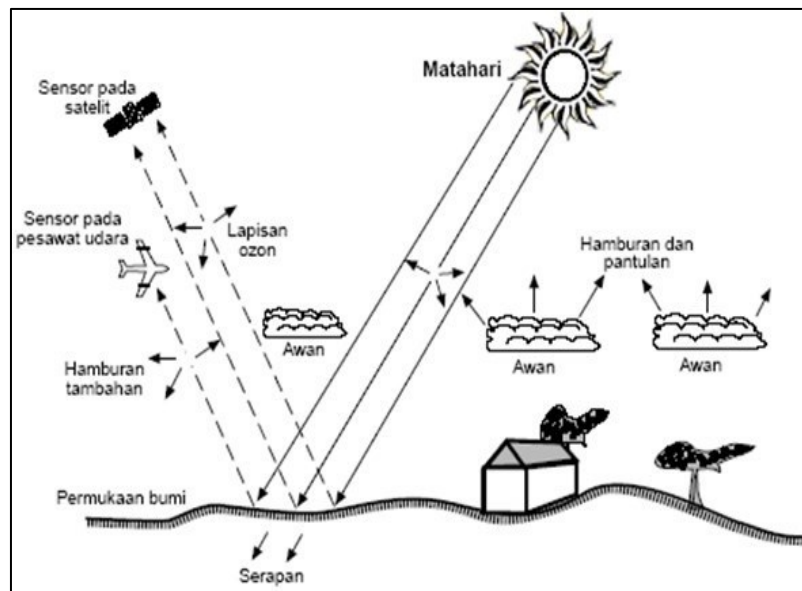
Suhu permukaan berbeda dengan suhu udara, hal tersebut dapat diketahui melalui nilai aktual keduanya yang bisa jauh berbeda menurut ruang dan waktu. Suhu permukaan berpengaruh terhadap fluks bahang terasa (*sensible heat*), terutama pada siang hari, hal ini dikarenakan suhu permukaan benda lebih tinggi dari suhu udara. Suhu udara akan berfluktuasi setiap periode 24 jam. Fluktuasi suhu udara berkaitan erat dengan proses pertukaran energi yang berlangsung di atmosfer. Pada siang hari, sebagian besar radiasi akan diserap oleh gas yang terdapat dalam atmosfer dan semua partikel padat yang melayang di atmosfer. Serapan energi radiasi tersebut akan menyebabkan suhu udara meningkat.

1.5.4. Hubungan Kekritisan Lingkungan terhadap Kualitas Hidup Manusia

Kualitas hidup yang baik merupakan suatu hal yang didampakan oleh seluruh lapisan masyarakat dipermukaan bumi. Salah satu faktor yang mempengaruhi hal tersebut adalah faktor lingkungan. Julismin (2013) menerangkan bahwa Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki sumberdaya alam yang melimpah. Namun hal tersebut tidak diimbangi dengan pengelolaan sumberdaya yang baik, sehingga menimbulkan kerusakan lingkungan. Kerusakan lingkungan inilah yang cukup banyak berkontribusi terhadap perubahan iklim yang terjadi belakangan ini. Perubahan iklim di Indonesia sebagian besar disebabkan oleh aktivitas manusia, seperti urbanisasi, deformasi, industrialisasi yang dimana peristiwa tersebut banyak terjadi di daerah perkotaan.

Perkembangan kota yang tidak terkontrol menyebabkan lapisan atmosfer di atasnya dapat tercemar oleh partikel-partikel polusi kendaraan dan pembakaran oleh aktivitas industri. Pada musim kemarau, partikel ini akan mengalami kenaikan konsentrasi sehingga akan meningkatkan suhu udara menjadi semakin tinggi. Hal ini akan menimbulkan fenomena pulau panas (urban heat island). Pulau Panas merupakan representasi perubahan total iklim mikro akibat perubahan wajah kota oleh aktivitas manusia. Aktivitas manusia ini dapat mengubah secara sengaja maupun tidak sengaja. Bahan-bahan bangunan yang terdapat diperkotaan seperti bata, beton, dan aspal memiliki kecenderungan untuk menyimpan panas matahari pada siang hari, kemudian panas tersebut akan dilepaskan setelah matahari tenggelam. Selain itu, fasilitas yang ada pada masa ini seperti alat pemanas, pengatur suhu ruangan (AC), pembangkit listrik juga memberikan kontribusi panas bagi lingkungan. Hampir dari semua kota besar yang mengalami fenomena kekritisasi lingkungan di antaranya Kota Jakarta, Kota Yogyakarta, Kota Surakarta, Kota Semarang, Kota Bogor, Kota Bandung dan kota-kota lainnya.

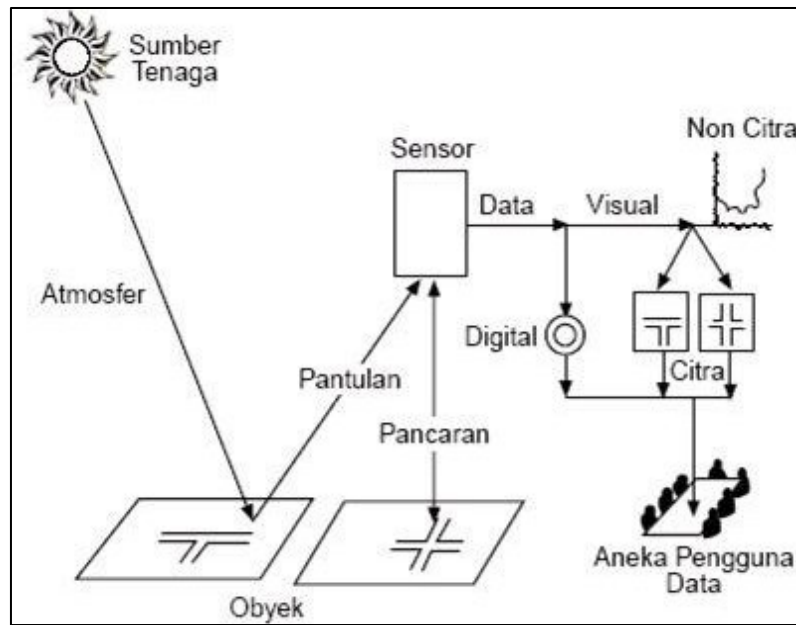
1.5.5 Penginderaan Jauh Termal



Gambar 1. 5 Sistem Perekaman pada Penginderaan Jauh (Sutanto, 1986)

Penginderaan jauh merupakan suatu metode jarak jauh yang digunakan untuk mengambil informasi tertentu yang ada dipermukaan bumi. Sarana yang digunakan dalam perekaman tersebut dapat berupa sensor. Setiap objek yang

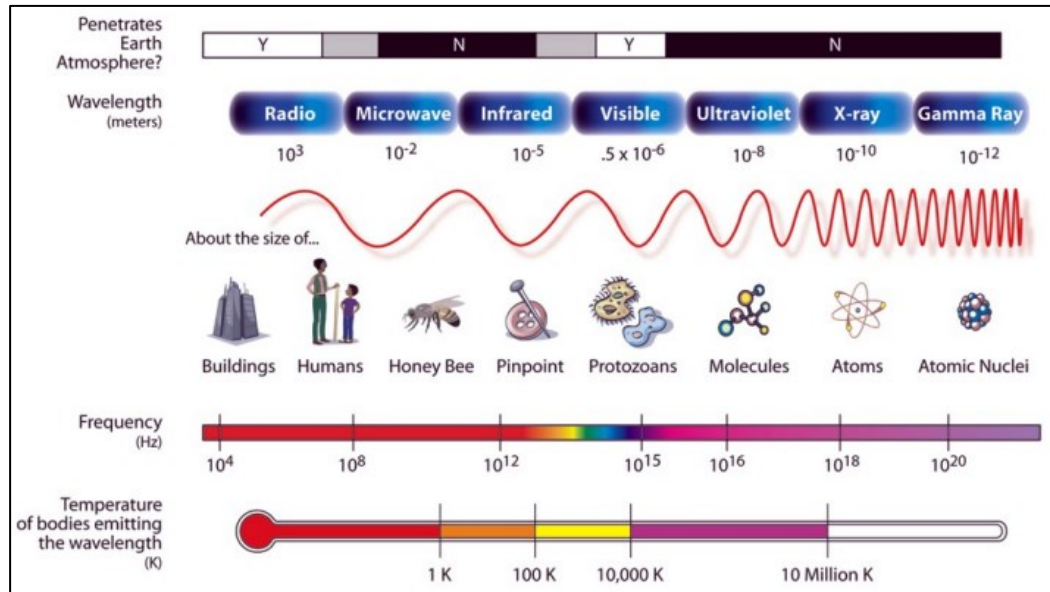
terekam memiliki respon yang berbeda-beda sesuai dengan karakteristiknya masing-masing yang diwakilkan oleh nilai spektral. Penginderaan jauh memiliki empat komponen pendukung, antara lain: energi, objek permukaan bumi, sensor, dan atmosfer sebagai transmisi. Keempat komponen tersebut menjadi suatu sistem yang tidak terpisahkan dalam proses pengambilan informasi melalui jarak jauh.



Gambar 1. 6 Komponen Penginderaan Jauh (Sutanto, 1986)

Penginderaan jauh sistem termal merupakan sistem penginderaan jauh sistem pasif, artinya sumber energi berupa cahaya matahari dan kondisi atmosfer berperan signifikan terhadap intensitas dan komposisi spektral dari energi yang dapat terekam oleh sensor. Objek-objek permukaan bumi tersebut direkam dengan memainkan peran radiasi gelombang elektromagnetik yang dipancarkan oleh masing-masing objek. Gelombang elektromagnetik yang terekam tersebut akan diterjemahkan dalam citra sebagai nilai pixel (*Digital Number [DN]*).

Penginderaan jauh sistem termal, radiasi yang dimaksud yaitu radiasi inframerah termal. Gelombang inframerah termal merupakan gelombang tidak tampak oleh mata manusia, namun radiasi yang dipancarkan berupa radiasi panas, sehingga masih dapat di deteksi oleh kulit. Mata manusia tidak dapat mendeteksi energi inframerah termal karena mata manusia hanya memiliki kemampuan untuk melihat objek pada gelombang tampak ($0.4 \mu\text{m}$ hingga $0.7 \mu\text{m}$), sedangkan inframerah termal berada pada gelombang $3 \mu\text{m}$ hingga $14 \mu\text{m}$.



Gambar 1. 7 Spektrum Gelombang Elektromagnetik (NASA, n.d)

Jendela atmosfer yang paling baik untuk inframerah termal terletak pada panjang gelombang 8 μm hingga 14 μm karena memiliki energi radian tertinggi sebesar 300 K, energi tersebut menggambarkan suhu lingkungan permukaan bumi. Panjang gelombang 3 μm – 5 μm dapat digunakan untuk mengidentifikasi suhu yang lebih tinggi seperti kebakaran, aliran lava letusan gunung berapi dan geotermal.

1.5.6 Sistem Informasi Geografis

Sistem Informasi Geografis (SIG) merupakan suatu kesatuan komponen teknologi yang dimanfaatkan untuk pengambilan informasi spasial melalui proses pengolahan dan analisis. SIG memiliki tiga komponen utama, antara lain sistem komputer, data dan pengguna. Ketiga komponen tersebut saling bersinergi dalam pengoperasian SIG untuk menyelesaikan suatu permasalahan secara spasial. Secara rinci komponen yang menunjang SIG sehingga dapat beroperasi, antara lain:

1. Pengguna yang menjalankan memiliki tanggungjawab untuk mengoperasikan, mengembangkan dan memperoleh manfaat dari sistem. Terdapat beberapa bagian kategori pengguna yaitu operator, analis, programmer, database administrator dan *stakeholder*.
2. Metode dan prosedur merupakan panduan yang digunakan sebagai dasar dalam melakukan proses pengolahan dengan tujuan untuk memperoleh informasi tertentu, seperti klasifikasi, koreksi geometrik, *overlay*, *buffer*.

3. Data merupakan visualisasi objek yang akan dilakukan pengolahan. Data yang terdapat dalam pengolahan spasial yaitu data spasial dan data atribut. Data Spasial biasa juga disebut dengan data posisi / koordinat / grafis / ruang merupakan data yang merepresentasikan fenomena permukaan bumi secara keruangan berupa peta, foto udara, citra satelit atau hasil dari interpretasi data tersebut. Data atribut atau data non spasial merupakan data yang menjelaskan aspek deskriptif dari suatu fenomena yang dimodelkan, seperti informasi survey lapangan, data kependudukan, data zona atau pembagian kluster.
4. Software menjadi otak dalam proses pengolahan SIG yang dimana berupa program aplikasi yang memiliki kemampuan dalam mengolah, menyimpan, memproses, menganalisis dan menampilkan informasi spasial, seperti *Arc GIS*, *QGIS*, *Map Info*, *Global Mapper*.
5. Hardware (perangkat keras) diperlukan untuk menjalankan aplikasi SIG, diantaranya meliputi seperangkat komputer dan penunjang lainnya (John E Harmon dan Steven J Anderson, 2003).

1.5.7 Penelitian Sebelumnya

Beberapa penelitian yang sejenis pernah dilakukan sebelumnya. Penelitian yang sudah ada sebelumnya digunakan sebagai referensi untuk penelitian yang akan dilakukan. Adapun beberapa penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya adalah sebagai berikut:

Setioningrum (2018) dengan judul Analisis Urban Heat Island dan Indeks Kekritisitas Lingkungan Kota Purwokerto Berdasarkan Data Satelit OLI/TIRS Landsat 8. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh tutupan lahan terhadap suhu permukaan, mengetahui sebaran UHI, dan memetakan indeks kekritisitas lingkungan menggunakan rasio kerapatan vegetasi dan suhu permukaan. Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa data penginderaan jauh yaitu Landsat 8 tahun 2013, 2015 dan 2017, dengan metode perhitungan NDVI, LST, UHI dan ECI. Penilaian kondisi tersebut didasarkan pada nilai radian spektral dari sensor penginderaan jauh. Hasil penelitian menunjukkan bahwa di wilayah Kota Purwokerto memiliki kondisi NDVI yang rendah dibandingkan wilayah pinggiran kota. Besaran nilai suhu permukaan dipengaruhi oleh tutupan lahan bervegetasi. Kota Purwokerto bagian tengah memiliki tingkat kekritisitas lingkungan yang tinggi

dan diidentifikasi sebagai UHI.

Sasmito dan Suprayogi (2016) melakukan penelitian dengan judul Model Kekritisan Indeks Lingkungan Dengan Algoritma Urban Heat Island di Kota Semarang. Penelitian ini dilakukan untuk mendeteksi terjadinya fenomena kekritisan lingkungan akibat UHI melalui analisis sebaran vegetasi dan suhu permukaan di Kota Semarang. Metode yang dilakukan dalam penelitian ini, pertama melakukan pemetaan sebaran suhu permukaan tanah dan sebaran kerapatan vegetasi tahun 2013 – 2016. Peta suhu permukaan dilakukan dengan menggunakan algoritma LST dan sebaran vegetasi menggunakan algoritma NDVI. Data yang digunakan pada penelitian ini yaitu data citra landsat 8. Kedua, indentifikasi kekritisan lingkungan dilakukan dengan menggunakan algoritma ECI dengan parameter suhu permukaan dan sebaran vegetasi. Hasil penelitian ini menunjukkan adanya peningkatan suhu permukaan Kota Semarang dari tahun ke tahun. Kekritisan lingkungan akibat UHI terdeteksi di pusat kota yaitu wilayah utara Kota Semarang.

Senanayake et al (2013) melakukan penelitian dengan judul Remote sensing based analysis of urban heat islands with vegetation cover in Colombo City, Sri Lanka using Landsat-7 ETM+ data. Penelitian ini berfokus pada identifikasi pola distribusi suhu permukaan, mengidentifikasi formasi UHI, mengidentifikasi hubungan antara tutupan vegetasi dan distribusi suhu permukaan, serta mengembangkan indeks kekritisan lingkungan berdasarkan parameter suhu permukaan dan kekritisan lingkungan di Kota Colombo. Metode yang digunakan menggunakan algoritma LST, NDVI, UHI dan ECI dengan data pendukung berupa Landsat 7 ETM+. Hasil penelitian ini menunjukkan kondisi dimana Pelabuhan Colombo dan sekitar teridentifikasi sebagai daerah dengan kekritisan tertinggi.

Ranagalage et al (2017) dengan judul penelitian An Urban Heat Island Study of The Colombo Metropolitan Area, Sri Lanka, Based on Landsat Data 1997 – 2017). Fokus kajian dalam penelitian ini adalah untuk menguji variasi spasial temporal tanah terkait suhu permukaan dalam konteks fenomena UHI, mengidentifikasi hubungan suhu permukaan dengan sebaran vegetasi, dan mengidentifikasi area kekritisan lingkungan berdasarkan parameter suhu permukaan dan sebaran vegetasi. Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu

Landsat 5 TM tahun 1997 dan 2007 dan Landsat 8 tahun 2017. Hasil dari penelitian ini menunjukkan adanya korelasi signifikan antara LST dengan NDVI (negatif) dan NDBI (positif) pada ketiga tahun tersebut. Sebagian besar area kritis lingkungan terletak di pusat kota (CBD), dekat pelabuhan, dan sepanjang jalan utama.

Fadlin et al (2020) dengan judul penelitian Analisis Spasiotemporal Indeks Kekritisan Lingkungan Menggunakan Algoritma LST dan NDVI di Kota Makassar. Penelitian ini menganalisis secara spasial dan multitemporal ECI di Kota Makassar. Metode yang digunakan yaitu penginderaan jauh dengan menggunakan metode algoritma NDVI, LST dan ECI. Data yang digunakan yaitu data Landsat 8 tahun 2013 – 2018. Indeks kekritisan lingkungan dilakukan dengan menghitung dan menganalisis berdasarkan persamaan deduktif ECI dan pendekatan SIG. Hasil penelitian ini menunjukkan adanya tren peningkatan LST pada wilayah dengan tutupan lahan bangunan dan vegetasi rendah. Kondisi tersebut menimbulkan adanya fenomena UHI. Analisis ECI juga menunjukkan adanya tren peningkatan area lahan yang teridentifikasi kritis di Kota Makassar yaitu sebesar 20,69 km² dalam rentang waktu 2013 - 2018.

Penelitian yang akan dilakukan oleh penulis berjudul Analisis Kekritisan Lingkungan Akibat Fenomena Urban Heat Island Menggunakan Algoritma Environmental Criticality Index) di Kota Surakarta. Perbedaan yang mencolok dengan penelitian sebelumnya terletak pada lokasi penelitian yaitu berlokasi di Kota Surakarta, Jawa Tengah dan data yang digunakan berupa data Landsat 8 tahun 2013 dan 2019. Perbedaan kedua, dalam proses pengolahan data, penelitian ini melakukan proses koreksi atmosferik. Selain itu, penulis juga melakukan analisis hubungan kekritisan lingkungan terhadap fenomena Urban Heat Island yang sering terjadi di kota besar.

Tabel 1. 1 Perbandingan Penelitian Sebelumnya

Peneliti/Judul	Tujuan	Metode	Hasil
Setioningrum (2018)/Analisis Urban Heat Island dan Indeks Kekritisan Lingkungan Kota	Mengetahui pengaruh perubahan tutupan lahan terhadap perubahan suhu permukaan di Purwokerto,	Koreksi radiometrik, NDVI, LST, ECI.	Peta Tingkat Kekeringan, Peta Kerapatan Vegetasi, Peta Suhu Permukaan, Peta Kekritisan

Purwokerto Berdasarkan Data Satelit OLI/TIRS Landsat 8.	mengetahui area pesebaran UHI, memetakan indeks kekritisian lingkungan berdasarkan LST dan NDVI.		Lingkungan.
Sasmito dan Suprayogi (2016)/Model Kekritisian Indeks Lingkungan Dengan Algoritma Urban Heat Island di Kota Semarang.	Mendeteksi terjadinya fenomena kekritisian lingkungan akibat UHI dengan menganalisis suhu permukaan dan sebaran kerapatan vegetasi di wilayah kajian.	LST, NDVI, ECI.	Peta Suhu Permukaan, Peta Kerapatan Vegetasi dan Peta Kekritisian Lingkungan.
Senanayake et al (2013)/Remote sensing based analysis of urban heat islands with vegetation cover in Colombo city, Sri Lanka using Landsat-7 ETM+ data	Mengidentifikasi UHI, mengidentifikasi hubungan antara tutupan vegetasi dan distribusi LST, dan mengembangkan Indeks Kekritisian Lingkungan berdasarkan nilai LST dan NDVI.	LST, NDVI, ECI.	Peta Kerapatan Vegetasi, Peta Suhu Permukaan dan Peta Kekritisian Lingkungan Kota Colombo.
Ranagalage et al (2017)/ An Urban Heat Island Study of The Colombo Metropolitan Area, Sri Lanka, Based on Landsat Data 1997 – 2017)	Menguji pola spasiotemporal LST dalam konteks fenomena UHI, mengidentifikasi hubungan antara LST dan beberapa variabel lanskap penting seperti NDVI dan NDBI, dan memantau	LST, NDVI, NDBI, ECI, Analisis gradien, dan analisis statistik.	Peta Suhu Permukaan, Peta Sebaran Vegetasi, Plot Pencar antara NDVI, NDBI dan LST, Peta NDBI, Peta Kekritisian Lingkungan, Grafik Analisis Gradien Perkotaan – Pedesaan.

	perubahan spasial kondisi kekritisian lingkungan Kota Colombo. (Tahun 1997, 2007, dan 2017)		
Fadlin et al. (2020)/Analisis Spasiotemporal Indeks Kekritisian Lingkungan Menggunakan Algoritma LST dan NDVI di Kota Makasar	Menganalisis secara spasial dan multitemporal ECI menggunakan algoritma ECI tahun 2013 - 2018	NDVI, LST, ECI	Peta Suhu Permukaan, Peta Sebaran Vegetasi, Peta UHI, Peta Kekritisian Lingkungan Kota Makasar.
Aprilia (2020)/Analisis Kekritisian Lingkungan Akibat Fenomena Urban Heat Island Menggunakan Algoritma Environmental Criticality Index) di Kota Surakarta	Mengetahui perubahan suhu permukaan dan kerapatan vegetasi Kota Surakarta Tahun 1999, 2013 dan 2019. Mengetahui tingkat kekritisian lingkungan Kota Surakarta dan kaitannya terhadap Urban Heat Island. Mengetahui hubungan antara suhu permukaan dan kerapatan vegetasi terhadap kekritisian lingkungan.	Koreksi Radiometrik, LST, NDVI, ECI, UHI, Regresi Sederhana	Peta Spasial Temporal Suhu Permukaan, Peta Kerapatan Vegetasi, Peta Kekritisian Lingkungan, Grafik Kolerasi NDVI dan LST

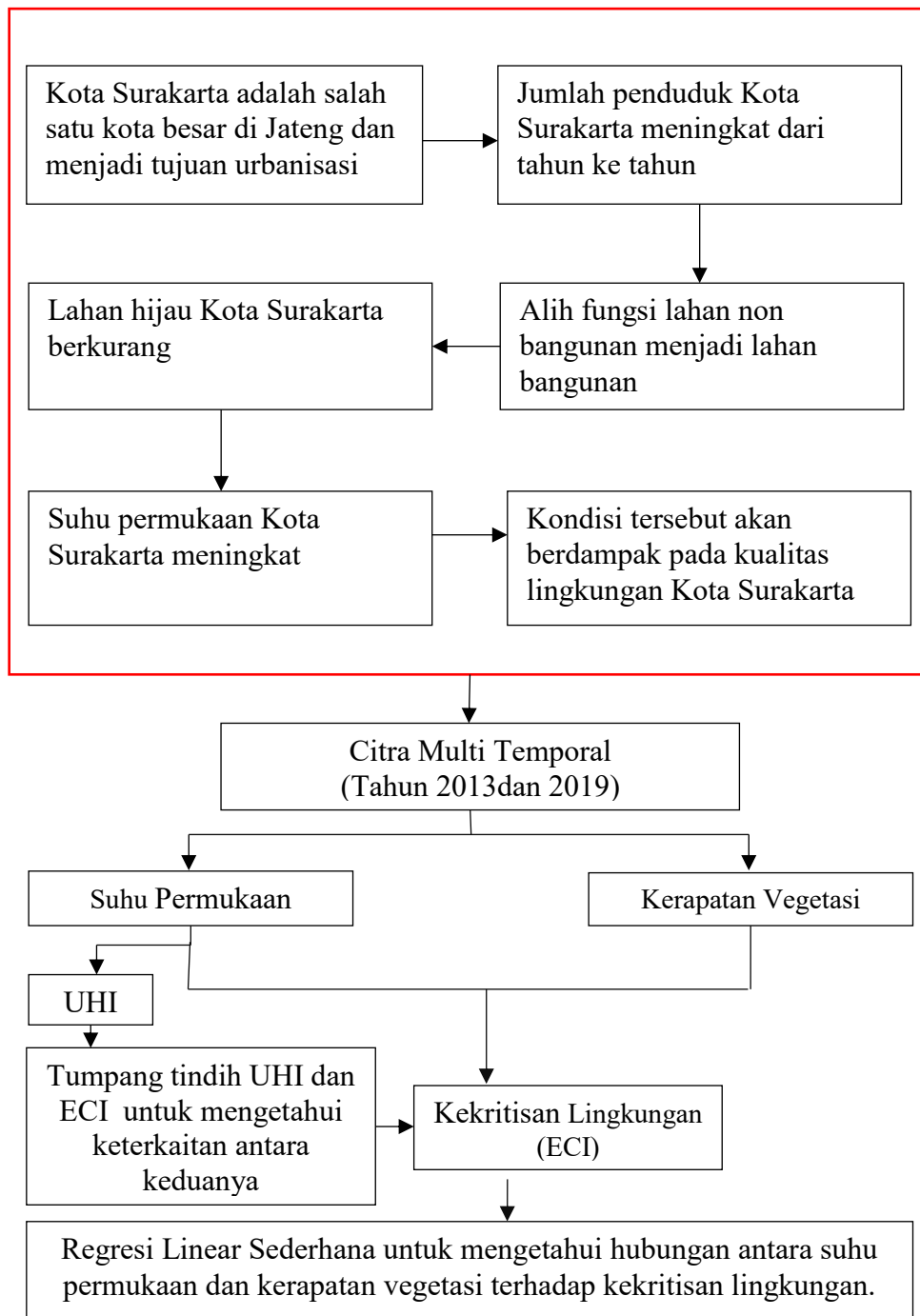
Sumber : Pengolahan Data 2020

1.6 Kerangka Penelitian

Kota Surakarta merupakan salah satu kota besar yang berada di Provinsi Jawa Tengah. Kota tersebut berkembang melalui berbagai macam sektor, diantaranya sektor ekonomi, sektor industri, sektor pariwisata dan sektor pendidikan. Keberadaannya sebagai salah satu kota dengan perkembangan yang cukup pesat menyebabkan Kota Surakarta menjadi tujuan urbanisasi penduduk dari berbagai daerah. Adanya arus urbanisasi menyebabkan jumlah penduduk Kota Surakarta mengalami peningkatan dari tahun ke tahun. peningkatan jumlah penduduk berbanding lurus dengan semakin meningkatnya kebutuhan lahan permukiman. Kondisi tersebut akan berdampak pada kualitas lingkungan Kota Surakarta yaitu kekritisian Lingkungan.

Kekritisian lingkungan terjadi akibat minimnya lahan hijau akibat alih fungsi lahan non terbangun menjadi lahan terbangun yang tidak terkontrol. Berkurangnya lahan hijau menyebabkan peningkatan suhu kawasan perkotaan. Material bangunan seperti semen, aspal dan beton merupakan penyerap dan menyimpan panas surya. Selain itu, penggunaan alat pemanas, pendingin udara dan pembangkit listrik yang menghasilkan buangan panas, kegiatan industri, transportasi dan aktivitas rumah tangga yang menggunakan bahan bakar berupa fosil juga berkontribusi terhadap adanya peningkatan suhu perkotaan.

Parameter yang digunakan untuk menganalisis kekritisian lingkungan di Kota Surakarta yaitu suhu permukaan dan kerapatan vegetasi. Kedua informasi tersebut diperoleh melalui data penginderaan jauh. Adapun analisis dilakukan pada tahun 2013 dan 2019. Berdasarkan hasil pengolahan suhu permukaan akan dilakukan penurunan informasi untuk mengamati fenomena *Urban Heat Island* yang terjadi di Kota Surakarta. Hal tersebut dilakukan untuk mengetahui hubungan antara kondisi kekritisian lingkungan Kota Surakarta terhadap fenomena *Urban Heat Island*. Penelitian ini juga akan mengkaji tren perubahan kondisi suhu permukaan dan kerapatan vegetasi dalam ke dua tahun tersebut. Selanjutnya, melalui hasil pengolahan tersebut dilakukan analisis regresi linear sederhana untuk menganalisis hubungan antara hasil pengolahan suhu permukaan dan kerapatan vegetasi terhadap kekritisian lingkungan.



Gambar 1. 8 Kerangka Penelitian

1.7 Batasan Operasional

Emisivitas merupakan kemampuan yang dimiliki oleh objek untuk memancarkan energi yang dimiliki. Ukuran emisivitas tersebut menentukan kemampuan suatu benda meradiasikan energi yang diserapnya, baik dalam kondisi panas ataupun dingin.

Environmental Criticality Index (ECI) merupakan suatu indeks yang menggambarkan kekritisian lingkungan yang di hitung berdasarkan nilai LST dan NDVI. Sennaayake, et al mengklasifikasikan kekritisian lingkungan memiliki klasifikasi sebagai berikut: Kekritisian lingkungan merupakan kondisi terjadinya degradasi lingkungan akibat perubahan alam. Penilaian kekritisian lingkungan dapat diamati menggunakan parameter kondisi vegetasi dan suhu lingkungan. Tutupan vegetasi yang semakin berkurang akan menimbulkan suhu permukaan yang semakin tinggi pula. Hal tersebut menyebabkan kualitas lingkungan menjadi semakin rendah.

Kerapatan Vegetasi merupakan kondisi yang menggambarkan kerapatan vegetasi di suatu wilayah. Dalam penginderaan jauh, kerapatan vegetasi suatu wilayah dapat digambarkan melalui transformasi indeks vegetasi seperti NDVI, TVI, RVI dan PVI.

Land Surface Temperature (LST) merupakan suatu indeks yang menggambarkan kondisi suhu permukaan suatu wilayah. Berikut ini klasifikasi LST:

Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) merupakan suatu indeks yang menggambarkan kerapatan vegetasi suatu wilayah. Rouse (1973) memiliki klasifikasi kerapatan vegetasi sebagai berikut:

Radian merupakan merupakan energi radiasi yang dipancarkan oleh objek dalam arah dan sudut tertentu, dalam hal ini diterjemahkan sebagi fluks radian per unit. Nilai radian dapat dikonversikan menjadi nilai suhu permukaan.

Reflektan merupakan rasio energi yang dipantulkan dengan total energi yang mengenai suatu permukaan per unit area. Dalam aplikasinya, nilai reflektan diterjemahkan sebai pantulan spektral objek permukaan bumi.

Suhu permukaan merupakan suhu terluar dari suatu objek, sedangkan untuk vegetasi dapat digambarkan sebagai suatu suhu permukaan kanopi tumbuhan dan pada tubuh air digambarkan sebagai suhu permukaan air. Nurul I. Fawzi dan Retnadi H. Jatmiko, 2018 menjelaskan bahwa yang dimaksud sebagai suhu permukaan adalah *Land Surface Temperature (LST)* yang diperoleh melalui pengolahan nilai radian.

Urban Heat Island (UHI) merupakan kondisi suhu permukaan kawasan urban jauh lebih tinggi daripada suhu di kawasan sub urban.

Urbanisasi merupakan perpindahan dan pemusatan penduduk secara nyata yang memberi dampak dalam hubungannya dengan masyarakat baru yang dilatarbelakangi oleh faktor sosial, ekonomi, politik dan budaya.